



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO**

---

---



**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

**INFLUENCIA DE LA POLIMERIZACIÓN TRANS-  
DENTAL EN LA MICROFILTRACIÓN DE  
RESTAURACIONES CON RESINA COMPUESTA.**

**T E S I N A**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE**

**C I R U J A N A   D E N T I S T A**

**P R E S E N T A:**

**LIZBETH NÚÑEZ CORONA**

**TUTOR: Dr. FEDERICO HUMBERTO BARCELÓ SANTANA**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



A mi UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO por brindarme su enseñanza desde la preparatoria hasta mi carrera, siempre hizo de este largo periodo algo único y especial.

A la FACULTAD DE ODONTOLOGÍA y al LABORATORIO DE MATERIALES DENTALES DE POSGRADO añadiendo a sus académicos por su apoyo y amistad.

A mi tutor el DR. FEDERICO HUMBERTO BARCELÓ SANTANA ya que sin su valiosa ayuda no habría sido posible la realización de esta tesina.

A mi FAMILIA y en especial a mis PADRES que junto con ellos recorrí y viví todas mis experiencias triunfos y derrotas durante la carrera, por su apoyo y comprensión.

MUCHAS GRACIAS A TODOS.



## I. ÍNDICE

1. Introducción .....	<b>4</b>
2. Antecedentes .....	<b>5</b>
2.1 Resina compuesta .....	5
2.2 Adhesivos .....	9
2.3 Técnica de restauración .....	12
2.4 Polimerización.....	13
2.5 Contracción de polimerización .....	14
2.6 Fotopolimerización .....	14
2.7 Difusión de la luz en esmalte y dentina .....	17
2.8 Microfiltración .....	18
2.9 Sellado marginal .....	19
3. Planteamiento del problema.....	<b>20</b>
4. Justificación.....	<b>20</b>
5. Objetivos.....	<b>21</b>
5.1 General .....	21
5.2 Específicos.....	21
6. Material y equipo .....	<b>22</b>
6.1 Tipo de estudio .....	24
6.2 Criterios de inclusión .....	24
6.3 Criterios de exclusión.....	24
6.4 Variables de estudio .....	24
7. Metodología.....	<b>25</b>
8. Resultados.....	<b>33</b>
9. Discusión.....	<b>35</b>
10. Conclusión.....	<b>37</b>
11.Fuentes de información .....	<b>38</b>



## 1. INTRODUCCIÓN

En odontología las restauraciones estéticas actuales no se conciben sin referirnos a la odontología adhesiva, las cuales son cada vez más demandadas en la clínica para obtener una obturación más natural.

A partir de los años 60s la resina compuesta ha sido el material a elección para lograr esto en restauraciones directas, tanto en órganos dentarios anteriores como posteriores. Las limitantes de las primeras formulaciones y presentaciones de estas, como son la contracción de polimerización, deficiencia de la superficie para lograr tersura, desgaste prematuro y las consecuencias de esto, han orillado a los fabricantes de este material a constantes mejoradas, primero con el uso de sistemas adhesivos a esmalte, posteriormente a dentina y últimamente para los dos tejidos tanto con grabado ácido como de autograbado; aunado a esto, cambios en las formulaciones tanto en la parte orgánica como la inorgánica de relleno, así como diferencias en la manera de polimerizarlas, ya sean química o fotoactivadas, procurando en todos los caso corregir estas limitantes.

Sin embargo durante el proceso químico de endurecimiento de una resina compuesta se da la contracción de polimerización, acción que es inevitable, aun con el uso de sistemas adhesivos; para reducir la microfiltración y sus efectos como es la entrada de fluidos bucales, bacterias, que dan como resultado disminución de la adhesión entre la cavidad dental y la restauración, sensibilidad o pigmentación y por lo tanto reincidencia de caries, se han generado una serie de variantes clínicas en su manejo, y dentro de estas la manera de colocar la resina en una cavidad y la dirección de la luz para fotopolimerizarlas.

El propósito de este estudio es evaluar el uso de la técnica de fotocurado trans-dental, así como observar, medir y comparar la microfiltración que existe entre el material restaurador y las paredes del órgano dentario con esta técnica, procurando con esto reducir la microfiltración.

## ANTECEDENTES

### 2.1 RESINAS COMPUESTAS

La composición general de toda resina compuesta se forma a partir de una parte orgánica, una inorgánica o matriz de relleno y un sistema de unión entre estas dos; de una manera general los componentes químicos son: por un lado la molécula Bisfenol-glicidil metacrilato BIS-GMA (véase Figura. 1) ó uretano dimetacrilato UDMA (véase Figura. 2) o bien mezcla de las dos, agregando trietilenglicol dimetacrilato, TEGDMA (véase Figura. 3) para formar el material orgánico; más las partículas finas de material inorgánico (sílice, bario, hidroxiapatita, zirconio, etc.), recubierto con un agente acoplador a base de un silano órgano funcional, así como activadores iniciadores e inhibidores de las reacciones de polimerización.<sup>1</sup>

Siendo el material orgánico el que sufre contracción y cambios dimensionales, en cuanto mayor cantidad de material de relleno tenga una resina, menores serán su contracción y sus cambios dimensionales.<sup>2</sup>

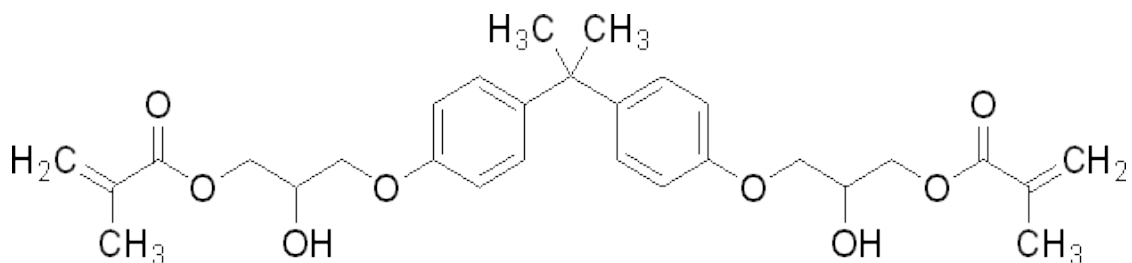


Figura. 1 Fórmula Bis-GMA

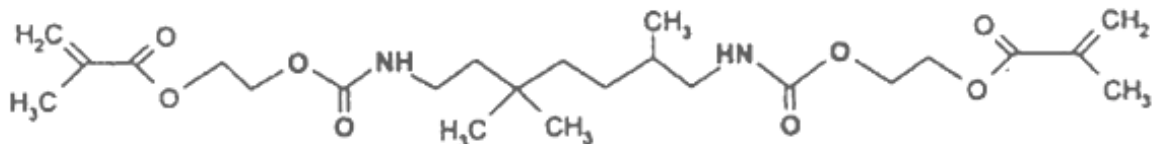


Figura. 2 Fórmula UDMA<sup>3</sup>

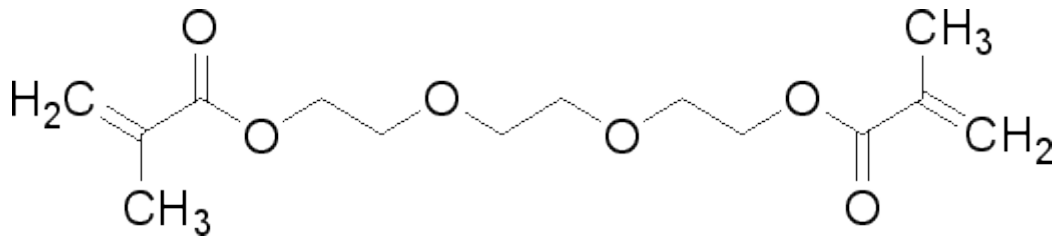


Figura. 3 Fórmula TEGMA

El término material compuesto puede definirse como una mezcla de dos o más materiales diferentes con propiedades superiores o intermedias a las de los constituyentes individuales. Ejemplo de materiales compuestos naturales son el esmalte y la dentina de los dientes. El esmalte está representado por la matriz mineralizada y la dentina es la matriz consistente de colágeno. En ambos compuestos, la partícula de relleno consiste en cristales de hidroxiapatita. La diferencia en las propiedades de cada uno de los tejidos se asocia en parte a las diferencias en la proporción matriz-relleno.<sup>3</sup>

Es actualmente la contracción de polimerización de 1.5 a 3 % la mayor desventaja de las resinas compuestas como material de restauración directa, factor que no se puede evitar en estas moléculas orgánicas, lo que produce clínicamente microfiltración. La tendencia actual de los investigadores en materiales dentales han propuesto moléculas con valores bajos de contracción entre 1 y 2 % ,las cuales ya están en el mercado dental a base de Bis-EMA y siloxánicas ( 3MESPE y VOCO ) y lo más reciente, moléculas con valores de contracción de polimerización por debajo del 1% ( Siloranos, 3M ESPE.) , con las que podríamos decir, más con estas últimas, que se acercan a los valores de cambio dimensional de las amalgamas dentales, esperando en algún momento



por los avances que se están dando lograr igualar estos valores para poder anteponer al uso de la amalgama dental a las resinas compuestas.

Las partículas de relleno juegan un papel primordial en el comportamiento de estas.

La cantidad y la forma del material de relleno es la diferencia entre los variados grupos de materiales de este tipo, produciéndose en ellos diferencias físicas que son directamente proporcionales a el contenido de este relleno, sobre todo en la resistencia a la flexión y contracción.

Se les agregan al compuesto orgánico con el objeto de aumentar la resistencia y dureza, reducir el coeficiente de expansión térmica, reducir la contracción de polimerización y la absorción acuosa, facilitar la manipulación y dar radiopacidad.

De acuerdo con el tamaño de las partículas de relleno se pueden clasificar en<sup>4</sup>:

<b>PARTÍCULA DE RELLENO</b>	
<b>Partículas grandes</b>	(en desuso).
<b>Partículas pequeñas</b>	(en desuso).
<b>Micro relleno</b>	
<b>Híbridas</b>	
<b>Micro híbridas</b>	
<b>Nanohíbridas(nano relleno)</b>	

Los objetivos que se persiguen al incorporar las nano partículas en los composites actuales son: mejorar las propiedades mecánicas y estéticas, por ejemplo, resistencia a la abrasión, mejorar la lisura superficial y permitir mejor terminado, incorporar más componente cerámico, disminuir





la cantidad de resina en la fórmula del composite, y con ello, disminuir la contracción de polimerización volumétrica (CPV) del mismo.<sup>4</sup>

La nanotecnología, se define como el estudio, diseño, creación, síntesis, manipulación, medición o incorporación de materiales, aparatos y sistemas funcionales a través del control de la materia a nano escala, la cual equivale a la millonésima parte de un metro (1nm= 0.000000001m). Además, con el dominio de estas tecnologías se busca mejorar las características y el rendimiento de la materia, utilizando sus propiedades físicas como tamaño, relación en la longitud-diámetro, conductividad térmica y eléctrica, área superficial y absorbancia que, cuando se manipula la materia a una escala similar al tamaño de átomos y moléculas, se muestran fenómenos y propiedades totalmente diferentes a las que se presentan al utilizarlas en un mayor tamaño, afectando directamente sus propiedades mecánicas, biológicas y estructurales entre otras.<sup>5</sup>

La norma correspondiente para este grupo de materiales es la número 27 de la Asociación Dental Americana [A.D.A], productos que cumplen con estos requisitos aseguran la buena calidad del producto e información de uso clínico por parte del fabricante.<sup>2</sup>

#### CLASIFICACION A.D.A

Uso:

<b>I</b>	<b>Caras oclusales</b>
<b>II</b>	Demás usos



Polimerización<sup>2</sup>:

<b>Clase A</b>	<b>Poseen energía propia para causar reacción</b>  <b>AUTOPOLIMERIZABLES</b>
<b>Clase B</b>	No poseen energía propia para causar reacción  FOTOPOLIMERIZABLES

## 2.2 ADHESIVOS

El ritmo dinámico de los progresos de química y técnica observados en el campo de la tecnología adhesiva se ha convertido también cada vez más importante para muchos tipos de tratamientos dentales en los últimos años.

Debido a la utilización de los métodos de la técnica de la caracterización de la superficie, los mecanismos de adhesión son cada vez mejor entendidos y las técnicas de los adhesivos aún más refinadas y mejoradas. Esto da como resultado un gran número de diferentes procesos de adhesión y una mayor variedad de productos asociados a la preparación y los sustratos de adhesión, como esmalte, la dentina, metal o resina. La relación entre la naturaleza del sustrato, técnica adhesiva y los adhesivos requeridos (que a veces es difícil, incluso para el técnico competente comprender) varias veces conduce a la incertidumbre - en especial dada al rápido ritmo del progreso – cuando se lleva a cabo trabajo práctico sobre el paciente en lo que respecta que técnica adhesiva se puede considerar adecuada en una situación clínica específica de acuerdo con el nivel actual de conocimiento, y qué aspectos deben tenerse en cuenta al manejar materiales para garantizar con éxito la terapéutica duradera. Afortunadamente, esta situación ha sido aliviada para técnicas dentales por el simple hecho fiable y fácilmente



comprensible que el uso de productos adhesivos se ha convertido cada vez más importante en los últimos años.

Bien sabido es que el enlace que se obtiene para los materiales compuestos se lleva a cabo por la técnica de grabado con ácido fosfórico (37%), esto nos da la capacidad para disminuir los efectos de la penetración marginal, y la filtración de los fluidos orales y mejorar el sellado marginal. Proceso que se aplica entre el esmalte y el material de restauración a base de resina y generará una microporosidad resultante.

Así el esmalte grabado tiene alta energía de superficie diferente a la superficie normal del esmalte, y permite humedecer la resina con facilidad en la superficie y penetrar en los microporos. Una vez que la resina penetra en los microporos, se puede polimerizar para formar enlace mecánico al esmalte.<sup>3</sup>

Estos sistemas adhesivos fueron creados para reducir el efecto de la contracción y cambio dimensional de estos materiales, ofertándose primero adhesivos solo para esmalte a base de moléculas hidrofóbicas Bis-GMA y TEDGMA y posteriormente por la necesidad de utilizarse sobre dentina con los agregados de moléculas hidrofílicas Hema y 4 Meta. Es en estos sistemas donde se han dado los más vertiginosos cambios en base a componentes y pasos para su aplicación. La presencia de estos sistemas en nuestro consultorio es obligatoria ya que no se concibe una longeva restauración estética sin estos sistemas.

La dentina posee grandes obstáculos para la adhesión más que el esmalte, ya que es un tejido vivo, es heterogénea contiene en un 50% material inorgánico (hidroxiapatita), 30% material orgánico (colágeno tipo I) y 20% en volumen de fluido<sup>6</sup>; el agente de adhesión deberá enfrentarse a esas características, ser hidrofílicos para desplazar los fluidos dentinarios y humedecer la superficie, lo que permite penetrar en los poros de la dentina y por ultimo reaccionar con los componentes orgánicos e inorgánicos.<sup>2</sup>



El adhesivo dentinario favorece en gran medida a crear una adherencia y a la vez promover a un enlace con el material compuesto.

Varios sistemas de adhesión a dentina se han desarrollado a través de los años, presentando diferentes mecanismos de adhesión y utilizando diversos recursos para obtener adhesión.

Los sistemas adhesivos han sido modificados en cuanto a su composición y pasos para su uso en restauraciones en trabajos operatorios dentales.

- ◆ Dividiendo la primera y segunda generación son adhesivos que en su composición son a base de fosfatos y oxalatos.
- ◆ Los adhesivos de tercera generación son agentes considerados como técnicas más sensibles y que consumen más tiempo clínico. Sin embargo mejoran la fuerza de unión, estos agentes están basados en remover la capa de barrillo dentinario para hacer más fuerte la unión. Contienen agentes hidrofílicos e hidrófobos logrando una capa híbrida y favorecer unión química y mecánica.
- ◆ Cuarta generación, El desarrollo de la capa híbrida que se obtiene del manejo adecuado de estos sistemas adhesivos en el sustrato dentinario, es el recurso más importante para obtener valores altos de adhesión y buen sellado de la interfase material restaurador-dentina. La presencia de la capa híbrida, aumenta la habilidad de estos sistemas de adhesión de unirse efectivamente al sustrato dentinario para sellar la superficie de la dentina eliminando casi por completo el flujo de fluidos en la interfase y disminuyendo la sensibilidad posoperatoria.
- ◆ Quinta generación a partir de este momento dejan de ser manipulados en multi pasos a ser usados en menos pasos, requiriendo algunos de ácido grabador previo.<sup>7</sup>
- ◆ Sexta generación, autograbador, el agente de unión es combinado con el grabador (primer y bonding) para obtener un sistema dual.



- ◆ Séptima generación, es el adhesivo más actual contiene auto grabador, bonding y liberación de flúor en un solo componente, ya que es una sola presentación y fotopolimerizar.<sup>8</sup>

### 2.3 TÉCNICA DE RESTAURACIÓN.

Abordaremos solamente la técnica para restauración de preparación clase I, motivo de este estudio. Las técnicas tanto de preparación como de restauración deben ser precisas y realizadas en forma meticulosa, siguiendo paso por paso y atentamente el protocolo de restauración y las instrucciones del fabricante de los materiales empleados.

Es importante conocer en preparaciones clase I en dientes posteriores la colocación del material restaurador, este exige que el volumen que se coloque sea en pequeños incrementos, restaurando cúspide por cúspide (cada una en forma separada); de esta forma se logra controlar la contracción y liberar las tensiones durante su polimerización, también se facilita la obtención de una anatomía correcta en lo que atañe a la inclinación de vertientes y la obtención de surcos en posición correcta y con la profundidad adecuada.

Cada capa de composite que se coloca no debe exceder los 2 mm de espesor para lograr una polimerización correcta de la porción inferior del composite. Entre una y otra inserción del material se realiza la correspondiente fotopolimerización con una lámpara de una potencia mínima de  $350 \text{ mV/cm}^2$  y una longitud de onda entre 400 y 600 nanómetros; pues el procedimiento de curado influye en la resistencia al desgaste del material y su adhesión en la interfaz con los órganos dentarios.<sup>9</sup>

El estrés que se puede generar depende del tipo de adhesivo y de composite que se utilice, la velocidad con que es polimerizado y la potencia de la lámpara empleada, la cantidad de caras libres de la preparación (factor C ), o la técnica empleada (lugar de colocación del extremo de la fibra), la colocación de pequeños incrementos de material,



el uso de técnicas incrementales y oblicuas, es decir, en forma diagonal para obtener de este modo una superficie de adhesión mayor y un área amplia de liberación de las tensiones.

Realizando la secuencia de restauración, se logra que perdure en buenas condiciones, sin desgaste, sin filtración ni decoloración marginal y sin nueva reincidencia de caries.<sup>9</sup>

## 2.4 POLIMERIZACIÓN

La unión de los monómeros hablando de uniones covalentes, forman macromoléculas, y realizan largas cadenas, esta estructura química molecular es capaz de tener configuraciones y conformaciones virtualmente sin límite definido. Las resinas sintéticas polimerizan al azar desde sitios locales que han sido activadas. Su mecanismo puede efectuarse por una serie de reacciones de condensación o por adición. En la polimerización de condensación; obtiene una cadena lineal de monómeros para construir macromoléculas hasta formarse cadenas más largas y con formación de subproductos como agua (polisulfuro) y alcohol (impresiones de silicona polimerizada por condensación).<sup>3</sup>

Polimerización por adición, para que se inicie el proceso, se agrega un iniciador al monómero que actúa como “interruptor de arranque”, forma radicales libres con el sitio que atrae uno de los átomos de carbono de etileno. Al ocurrir esta reacción, el sitio activo se transfiere a otro átomo de carbono del monómero y empieza a formarse una cadena. Este proceso sigue igual hasta que se haya formado una larga cadena de polietileno, es decir, un polímero por adición. Dado que los iniciadores que a menudo son peróxidos, reaccionan entre sí como lo hacen con el monómero, sus vidas útiles son relativamente cortas. En esta reacción no hay subproductos.<sup>1</sup>



## 2.5 CONTRACCIÓN DE POLIMERIZACIÓN

Los cambios dimensionales que se dan por procesos de endurecimientos de los diferentes materiales de restauración y las diferencias en el coeficiente de expansión lineal térmico (CELT) de estos con los tejidos dentarios se ve en mayor magnitud en los materiales que endurecen por un proceso de polimerización. Este cambio de volumen que se da en las resinas compuestas ha orillado a muchos investigadores a tratar de disminuir el efecto que esto produce en las restauraciones dentales.

La contracción de polimerización se da al reducirse la distancia entre los monómeros en el momento de romperse las dobles ligaduras y formar una cadena polimérica. Los valores que se han reportado de las diferentes moléculas con las que se fabrican las resinas compuestas van desde el 6% del Bis- GMA hasta menos del 1% de las siloránicas.

Cabe recordar que estos valores se han reducido en las formulaciones de las resinas compuestas con el agregado del material de relleno estando actualmente estas en aproximadamente del 2.8% al 0.9%

## 2.6 FOTOPOLIMERIZACIÓN.

Las resinas fotopolimerizables son en la actualidad la primera y mejor elección para todos los casos clínicos, siendo el grupo seleccionado de acuerdo a la prioridad en estética, resistencia y zona por restaurar.

Los auxiliares para lograr una buena polimerización son las lámparas para polimerizarlas, las cuales se utilizan para este fin, ya que son capaces de producir color azul a partir de diferentes fuentes, como son las de halógeno, diodos emisores de luz [LED], Láser y arcos de plasma, estas deben de estar en buen estado ya que en base a su poder de penetración maneras y cantidad de energía generada y a las técnicas de colocación del material restaurador a base de resinas compuestas, se elija , ya que diferentes maneras y formas de colocar el material se han



propuesto para reducir la contracción y lograr en dientes posteriores una restauración lo más longeva posible y lograr buenos resultados clínicos, recordando que el cambio dimensional de las resinas es directamente proporcional a la cantidad de material a polimerizar.<sup>2</sup>

Las lámparas de halógeno y LED con valores mayores a 500 mW/cm<sup>2</sup> son efectivos para lograr una buena polimerización de cualquiera de estos sistemas de resina fotopolimerizable, por lo cual deben ser parte de nuestros auxiliares.<sup>3</sup>

El grado de polimerización de un material depende de la intensidad de luz emitida de una lámpara de fotocurado con la cual es irradiada.

La luz en el fotocurado de las resinas compuestas actúa sobre iniciadores que reaccionan con cetonas, para desencadenar el proceso de polimerización.

La intensidad de luz óptima resulta en una eficiencia de polimerización baja el cual puede causar una disminución en sus propiedades físicas y mecánicas y la estabilidad de color del material.<sup>9</sup>

Por ello se pueden clasificar estadios en su polimerización.

- ◆ Fase pre- gel: corresponde a la etapa inicial. La resina tiene la capacidad de fluir, tiene consistencia viscosa.
- ◆ Fase de gel ó punto G: se inicia la conformación de la macromolécula de polímero. No puede deformarse más. Cesa el escurrimiento o flujo, y comienza a generarse el estrés.
- ◆ Fase post- gel: el material pasa al estado rígido. Se continúa la contracción de polimerización. La unión con las paredes laterales genera una alta tensión de contracción, mayor cuanto más alto es el módulo elástico de la fórmula usada.<sup>10</sup>

Por lo tanto numerosos estudios han investigado las características de la luz de fotocurado incluyendo, longitud de onda, distribución e intensidad.





El color y opacidad de una resina influye directamente sobre el coeficiente de transmisión de la luz, o grado de penetración que consigue la luz que incide sobre un composite fotopolimerizable. Cuanto mayor sea este, mayor será la profundidad de curado, el grado de conversión y consecuentemente la contracción. Los composite más oscuros u opacos transmiten peor la luz.<sup>3</sup>

En el mismo sentido, la fotopolimerización dental utiliza lámparas de cuarzo-tungsteno-halógeno, lámparas de arco de plasma o diodos emisores de luz (LED). También pueden emitir radiaciones no homogéneas.

La radiación no homogénea, su intensidad de emisión de luz depende de la forma de la bombilla de la luz, y óptica del sistema, incluida la guía del filtro óptico y en la forma de curado con la luz. Esta radiación podría ser la causa de una polimerización incompleta, resultado que da afectado las propiedades físico-mecánicas de la restauración.<sup>11</sup>



## 2.7 DIFUSIÓN DE LA LUZ EN ESMALTE Y DENTINA.

Es importante conocer la anatomía dental y de sus tejidos que lo componen, así poder conocer su translucidez, que será de gran importancia para la difusión de luz para obtener como resultado un adecuado grado de polimerización.

**ESMALTE.** Estructura mineralizada elaborada por las células ameloblasticas que producen segmentos en bastón sucesivos se adhieren entre si y forman bastones de esmalte (prismas), que se extienden sobre todo el ancho del esmalte de la unión de la dentina y el esmalte a la superficie de este ultimo. Esta apariencia cristalina permite que la luz pase a través de ellos.

**DENTINA.** Tejido avascular y mineralizado es muy elástica, compuesta principalmente por cristales de fosfato cálcico hidrófilos y colágeno, así como una considerable cantidad de agua que supone un 12% del volumen total. La composición química de la dentina en base a su peso húmedo es aproximadamente 70% de material inorgánico y 18% de material orgánico (colágeno) y 12%de agua. El componente mayor es el formado por materia orgánica (45%)<sup>6</sup>. La densidad de los túbulos varia de 50.000/mm<sup>2</sup> en las cercanías de la pulpa, 30.000/mm<sup>2</sup> en la porción media de la dentina y 10.000/mm<sup>2</sup> en la unión con el esmalte. Conforme aumenta la profundidad en la de la dentina se incrementa la luz tubular y como consecuencia disminuye la dentina inter tubular.<sup>6</sup>

Por ello es menos traslúcida que el esmalte, debido a su menor grado de mineralización, pero en las regiones apicales donde el espesor de la dentina es mínimo, puede verse por transparencia el conducto radicular.

Con relación a la luz sobre una superficie, las propiedades transparencia y translucidez especifican la cantidad de luz que es reflejada por la superficie, en lugar de atravesarla o ser absorbida por ella.



La translucidez especifica la cantidad de luz que incide sobre una superficie con un ángulo muy pequeño (cercano a 0 grados) y se refleja. Un diente con espesores gruesos de esmalte ocultará más el color de la dentina que uno con espesores finos. El esmalte dental consiste en una capa protectora con alto contenido mineral, presenta un arreglo cristalino, por ello la translucidez del esmalte esta modificado por el soporte dentinario que es el factor principal de intensidad de color a los órganos dentarios.<sup>8</sup>

## 2.8 MICROFILTRACIÓN

La definición de microfiltración es definida como el paso de fluidos, bacterias, moléculas o iones incluso aire que penetren entre el material restaurativo y las paredes de la preparación del diente. Creando una interfase y se perderá la unión de estos dos sustratos (material restaurador y cavidad dentaria)<sup>13</sup>

Dentro de los procesos operatorios que se realizan en los órganos dentarios, obtenemos un resultado de daño sea de extensión leve moderada o severa, un evento que se presenta y que contribuye al daño es la microfiltración de materiales dentales.<sup>14</sup>

En el estudio se someterán los especímenes al proceso de termo ciclado que se realiza solo in vitro, se basa en el sometimiento de dientes restaurados a una temperatura extrema comparada con la cavidad oral. Esta simulación de cambios extremos de calor y frío que se presentan en cavidad oral y muestran la relación del coeficiente lineal de expansión térmica (CELT) entre la restauración y el órgano dental. Este CELT causará en la restauración percolación y por subsecuente microfiltración.<sup>15</sup> Con estos ciclos se lleva a un fin de envejecer al material restaurador.<sup>16</sup>



## 2.9 SELLADO MARGINAL.

El logro de adhesión a estructura dental, es sellar la interfase diente-material restaurador, creando con esto la eliminación de la penetración de bacterias, disminuyendo el riesgo de filtración marginal, caries secundaria, la pigmentación marginal y el daño irreversible al tejido pulpar.

El fracaso del sellado marginal de una restauración puede contribuir a la pigmentación de la misma e incluso a la aparición de respuesta pulpar y sensibilidad postoperatoria. Por lo tanto al emplear cualquier material restaurador debemos conocer su capacidad de sellado marginal, ya que esto indicará su duración y pronóstico clínico.<sup>15</sup>

Es totalmente dudoso que la filtración marginal se elimine por completo, pero puede controlarse; cuando la filtración marginal es extensa es muy probable que ocurra caries recurrente.



### 3. PLANTAMIENTO DEL PROBLEMA

¿La polimerización a través del esmalte y dentina (polimerización transdental) con una energía de 400-600 (mW/cm<sup>2</sup>), reducirá la contracción de polimerización al dirigir la contracción hacia la fuente de luz?

¿Si dirigiendo la contracción hacia la luz podremos reducir la microfiltración después del termociclado en obturaciones de resinas compuestas?

### 4. JUSTIFICACIÓN

La microfiltración es un problema que se da principalmente en restauraciones con resina compuesta por la contracción de polimerización la cual se da en dirección hacia la fuente de luz y por el coeficiente de expansión lineal térmico (CELT) diferente al de los tejidos dentarios.

La transparencia del esmalte y la refracción de la dentina van a permitir el paso de la luz y la polimerización de la resina, y con esto la obturación en capas oblicuas dirigidas hacia la luz podemos reducir la contracción de polimerización.



## 5. OBJETIVOS

### GENERAL

Determinar la microfiliación en cavidades clase I obturadas con resina compuesta por dos técnicas de fotopolimerización en capas oblicuas.

### ESPECÍFICOS

Determinar el grado de filtración que se presenta en el grupo de molares con cavidades clase I con obturaciones de resina compuesta por capas oblicuas con técnica de fotopolimerización por oclusal.

Determinar el grado de filtración que se presenta en el grupo de molares con cavidades clase I con obturaciones de resina compuesta por capas oblicuas con técnica de fotopolimerización trans-dental.

Determinar el grado de filtración que se presenta en los dos grupos de molares con cavidades clase I con obturaciones de resina compuesta por capas oblicuas con las diferentes técnicas de fotopolimerización e identificar con cual técnica se tiene menor microfiliación



## 6. MATERIAL Y EQUIPO

22 especímenes tercer molar con extracción máxima de 6 meses.

Pieza de mano de alta velocidad KaVo (turbina extra torque 605).

Equipo 1x4 básico. Hu Friedy. USA.

Fresa de diamante #4. NSK. Japón.

Fresa de carburo 331L. NSK. Japón.

Acido fluorhídrico al 37%. Ivoclar Vivadent, Austria.

Adper Easy One 3M ESPE AG adhesivo/ autograbador fotopolimerizable.  
USA. No.lote 432525.

Resina Z250 3M ESPE fotopolimerizable. USA No lote 1370 A2.

Lámpara de halógeno BluePhase C5 Ivoclar Vivadent, Austria.

Espátulas con punta de teflón Hu Friedy, USA.

Campo de trabajo. México.

Guantes de exploración. México.

Cubre bocas. México.

Lentes protección de fotocurado. México.

Torundas de algodón. México.

Agua desmineralizada. Great value. Arkansas USA.

Vernier electrónico. Mitutoyo corporation. Japón.

Microbrush. México.

Cronometro Sper Scientific, Hong Kong.

Aire a presión.

Frascos de vidrio con agua desionizada, México.

Termociclador. FO. UNAM. Laboratorio de materiales dentales, México.

Termómetros. Brannan.

Esmalte de uñas de secado rápido. Bissú, México

Azul de metileno al 2%. Farmacia Paris. México

Recipiente de 10x20 de plástico con celdas. México.

Reglas de plástico 12cm. México.

Recortadora con disco diamante. Hamco Machines, INC. Nueva York.

Lija de agua grano 1000, 2000. Fandeli. México.

Microscopio LOMO. Rusia

Paralelizador Leitz Wetzlar, Alemania.

Portaobjetos metálico.

Regulador de iluminación. Photonic, Vienna.

Lámpara de cuello de ganso. CM- FG01, USA.



Figura. 4. Material y equipo.





### 6.1 Tipo de Estudio.

Experimental/ transversal.

### 6.2 Criterios de inclusión

Terceros molares completos (superiores o inferiores), extraídos por cirugía bucal, totalmente limpios y libres de caries. No tener más de seis meses de extraídos. No estar fracturados.

Resina compuesta (Z250 3M ESPE) sistema de adhesión (Adper Easy One 3M ESPE AG).

### 6.3 Criterios de exclusión

Dientes que no sean terceros molares, que tengan más de 6 meses de ser extraídos, que tengan caries, que en alguna zona estén fracturados. Ninguna otra marca de resina compuesta ni sistema de adhesión, de las mencionadas en los criterios de inclusión.

### 6.4 VARIABLES DE ESTUDIO

Variable Independiente:

Técnica de polimerización por oclusal  
Técnica de polimerización trans-dental.

Variable Dependiente:

Microfiltración.

## 7. METODOLOGÍA

El proceso indicado para observar la influencia de la polimerización transdental y analizar su microfiltración de restauraciones clase I con resina compuesta fue el siguiente; se trabajo con 22 terceros molares con un tiempo máximo de extracción de 6 meses limpios y sin caries se mantuvieron en agua a temperatura de 5°C días antes de su uso.

Durante el proceso de investigación se mantuvieron en agua a una temperatura de 37°C, se trabajo con 3 grupos de estudio.

GRUPO piloto: Se utilizaron para calibrar y realizar modificaciones en el experimento.

GRUPO A: se realizó en 11 terceros molares para polimerizar por oclusal.

GRUPO B: se realizó en 11 terceros molares para polimerizar transdental.

Se tomaron los terceros molares del recipiente con agua a 37°C, para la realización de cavidades clase I con pieza de alta velocidad con 3 salidas de irrigación, se trabajó a una profundidad de 4mm, se inició la cavidad con una fresa diamante #4 y para dar forma y piso redondeado se utilizó fresa de carburo #331L. Se utilizó una fresa por cada 3 preparaciones de cavidad. [Véase Figura 5]



Figura.5. Especímenes en agua con cavidades clase I.

Aleatoriamente, una vez realizada la cavidad y medida con ayuda de un vernier electrónico, se colocó Ácido fluorhídrico al 37% para la obtención de una superficie porosa en esmalte de la zona cavo superficial, se dejó por un tiempo de 15 segundos.

Este paso se realizó en el estudio antes de colocar el adhesivo, porque el fabricante da la opción de grabar la superficie a un nivel de esmalte de la cavidad, para obtener mejores resultados en la adhesión.[Véase Figura 6]

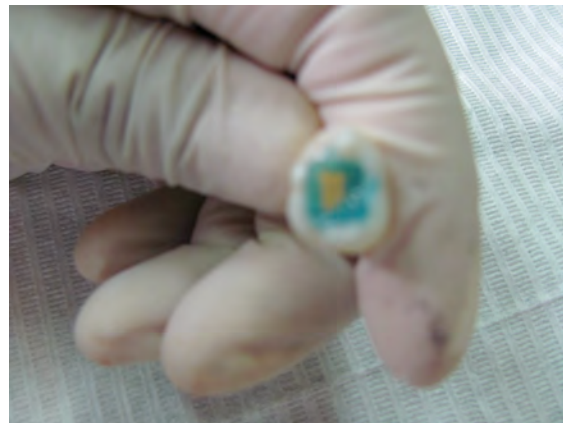


Figura. 6. Aplicación del ácido grabador en esmalte.

Se enjuagó con agua hasta eliminar todo el resto del ácido grabador, se secó con una torunda de algodón dejando húmeda la cavidad como lo indica el fabricante para recibir el adhesivo.

Siguiendo las instrucciones del fabricante. Se colocó una gota de adhesivo Adper Easy One 3M ESPE AG en un microbrush y se frotó en toda la cavidad por 20 segundos, inmediatamente después se aplicó aire por 5 segundos y fotopolimerizó por 10 segundos.

Técnica de polimerización por oclusal:

Los especímenes fueron tomados al azar para la obturación; se tomó una porción pequeña de la jeringa de la resina compuesta y se llevó a la cavidad comenzando por la zona mesiovestibular (véase Figura. 7) con la técnica oblicua y de un grosor no mayor a 2 milímetros, se fotopolimerizó

por oclusal por 20 segundos (véase Figura. 8), esto se realizó en las zonas como se ilustra en la Figura. 9 para terminar de obturar por completo cada una de las cavidades.



Figura. 7 Obturación de zona mesiovestibular, con la resina Z250 3M ESPE



Figura.8 Técnica de fotopolimerización por oclusal



- 1.- mesio vestibular
- 2.- disto vestibular
- 3.-mesio palatino/lingual
- 4.-disto palatino/lingual
- 5.-oclusal (piso de la cavidad)
- 6.-oclusal

Figura. 9 Técnica de obturación por capas oblicuas.<sup>2</sup>

Técnica de polimerización trans- dental:

Los especímenes fueron tomados al azar para la obturación; se tomó una porción pequeña de la jeringa de la resina compuesta y se llevó a la cavidad comenzando por la zona mesiovestibular (véase Figura. 7) con la técnica oblicua y de un grosor no mayor a 2 milímetros, se fotopolimerizó a través del diente con dirección horizontal por 20 segundos, esto se realizó en las zonas donde se colocó cada capa como se ilustra en la Figura.9, así se colocó la luz en cada zona donde se colocó la resina compuesta para terminar de obturar por completo cada una de las cavidades. (Véase Figura. 10)



Figura. 10. Técnica trans-dental

Una vez terminada las obturaciones se llevaron los especímenes a frascos con agua identificándolos para cada grupo, se colocaron en un horno a una temperatura de 37°C por 24 horas, al completar el tiempo fueron sometidos al termo ciclado primero se ajustaron las temperaturas del aparato de termo ciclado (véase Figura. 11) se realizaron 500 ciclos en el cual estuvieron en contacto en un ciclo 20 segundos a 55-60°C, 10 segundos temperatura ambiente, 20 segundos a 5°C y nuevamente 10 segundos a temperatura ambiente en resultado 1 minuto por ciclo.<sup>16</sup> (véase Figura. 12). Estas temperaturas fueron tomadas por qué consisten en el rango de mínima y máxima temperatura compatible con la cavidad oral.



Figura. 11 Ajuste de las temperaturas



Figura.12 Ciclos del termociclador

Finalizado el tiempo en el termociclador se regresaron los molares al horno a 37°C en agua desionizada.

Transcurridas 24 horas los especímenes se sacaron del horno, se escurrieron y secaron para ser barnizados con 2 capas de esmalte de uñas, se cubrió toda la zona radicular y parte de la corona dejando sin cubrir 2 mm antes de la obturación, se dejaron secar.

En un recipiente de plástico dividido con celdas, se llenaron con una solución de pigmento de azul de metileno al 2%, las caras oclusales de los molares se colocaron en contacto con la solución por 24 horas a una temperatura de 37°C. [Véase Figura 13].

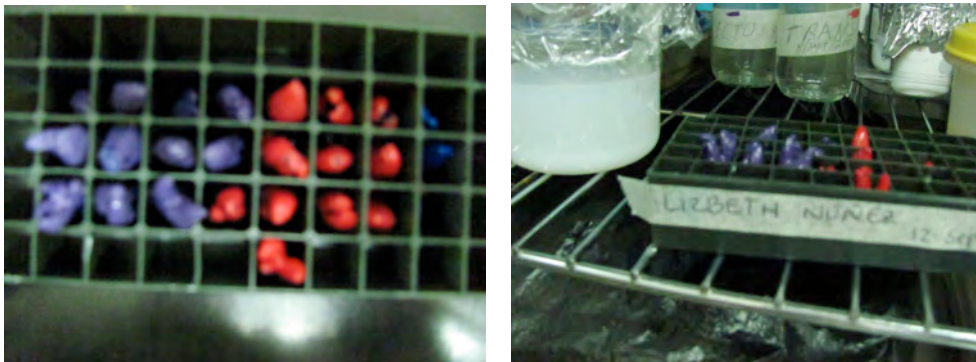


Figura.13 Colocación de los especímenes en las celdas con azul de metileno a una temperatura de 37°C

Cubierto el tiempo todos los especímenes se enjuagaron con agua normal y se mantuvieron a una temperatura de 37°C.

Se fijaron los molares en un portabase de plástico para transportarlos a una recortadora donde se realizó la sección sagital de todos los especímenes. El portabase es una regla de plástico de 12 cm con una perforación en cada extremo para su fijación, se fijaron cada 4 dientes con

acrílico autocurable para inmovilizarlos mientras el disco de diamante realizaba el corte para lograr un coste preciso, la irrigación con agua fue constante. (Véase Figura. 14)

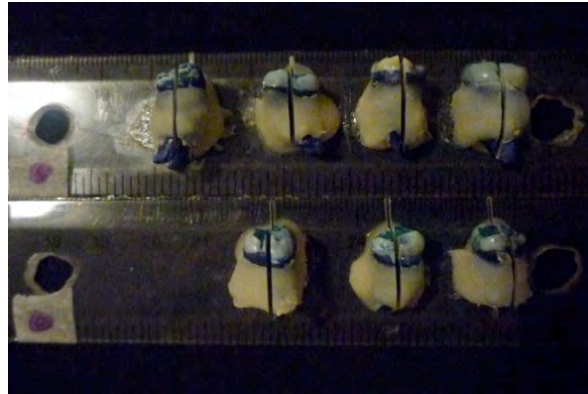


Figura. 14 Corte sagital de los especímenes

Teniendo todos los cortes de los especímenes se agruparon en su grupo correspondiente para su observación al microscopio a 32X (véase Figura. 15), esta se realizó por 3 observadores que participaron a doble ciego.



Figura. 15 Cortes sagitales de los dos grupos de especímenes.





La microfiltración se calificó de acuerdo a la tabla 1.

Tabla 1:

<b>GRADOS DE MICROFILTRACIÓN</b>	
<b>0</b>	NO HAY EVIDENCIA DE MICROFILTRACIÓN
<b>1</b>	MICROFILTRACIÓN A NIVEL ESMALTE
<b>2</b>	MICROFILTRACIÓN QUE HA LLEGADO A LA UNIÓN AMELO-DENTINARIA
<b>3</b>	MICROFILTRACIÓN PROFUNDA QUE CONTINÚA EN TODA LA PARED AXIAL Y LLEGA AL ÁNGULO DE PISO DE CAVIDAD
<b>4</b>	MICROFILTRACIÓN PROFUNDA QUE ABARCA TODA LA PARED AXIAL Y TODO EL PISO DE CAVIDAD



## 8. RESULTADOS

Partiendo de estos valores, se procedió a realizar una prueba de Kruskal Wallis, en la cual se comparó la microfiltración del grupo A contra el grupo B. (Tabla 2).

La puntuación media dados por el programa arrojaron los valores más bajos de microfiltración son los que se encuentran en el grupo B. (Tabla 2)

Tabla 2:

MICROFILTRACIÓN		
GRUPOS	PUNTUACIÓN MEDIA	
	A	B
MESIOVESTIBULAR	48.18	31
MESIOPALATINO	58.95	29.95
DISTOPALATINO	49.82	45.36
DISTOVESTIBULAR	55.14	37.59

Esta prueba no paramétrica solo nos mostró la diferencia estadísticamente significativa de 2 grupos [A-B]. (Tabla 3)

Tabla 3:

PRUEBA ESTADÍSTICA <sup>a,b</sup>	
	MICROFILTRACIÓN
Chi-cuadrado	15.333
Df	7
Análisis de la variancia	.032

a. Prueba Kruskal Wallis

B Agrupación de variables: GRUPOS



Comparación entre mesio-palatino (A) contra mesio-palatino (B). Si hay diferencia estadísticamente significativa (Tabla 4- 5).

Tabla 4:

<b>Rangos</b>				
	GRUPOS	N	Puntuación media	Suma de rangos
MICROFILTRACIÓN	A, MESIOPALATINO	11	15.14	166.50
	B, MESIOPALATINO	11	7.86	86.50
	Total	22		

Tabla 5:

	MICROFILTRACIÓN
Mann-Whitney U	20.500
Wilcoxon W	86.500
Z= comparación de proporciones	-2.826
Análisis de la varianza (2-vías)	.005
Significancia exacta. [2*(1-vía.)]	.007 <sup>a</sup>

En la tabla 6 se muestra el promedio de los grados de microfiltración obtenidos de los dos grupos, donde los valores más bajos de microfiltración los obtuvo siempre el grupo B. Los grados de microfiltración van de acuerdo a la tabla 1.

Tabla 6.

<b>Frecuencias del grado de filtración.</b>						
MICROFILTRACIÓN		GRADO 0	GRADO 1	GRADO 2	GRADO 3	GRADO 4
GRUPO A		5	18	6	8	7
GRUPO B		12	23	8	1	0



## 9. DISCUSIÓN

Los ciclos térmicos al que fueron sometidos los especímenes basándonos en la norma ISO/TS 1140S: 2003 (E) y en estudios como los de Wendt y cols<sup>15</sup>, Giachetti y cols<sup>17</sup>, en un rango de temperaturas de  $55^{\circ}\text{C} \pm 5$  y  $5^{\circ}\text{C} \pm 5$  por 500 ciclos se utilizó una tinción de azul de metileno referido en artículos posteriores de Paulillo y cols<sup>7</sup>, Giachetti y cols<sup>17</sup>; a una concentración de 2%.

En cavidades clase I para obturación con resinas compuestas se confirmó que la utilización de la técnica trans-dental logró una disminución de la microfiltración. Ya que posiblemente la contracción se dirigió hacia la luz. Esto es mencionado en el artículo de Latorre<sup>18</sup> sobre el estudio de la contracción de compómeros comerciales y experimentales, una de las pruebas era determinar el cálculo de la contracción, obteniendo que la contracción se observó inmediatamente después de la activación de la luz y fue dirigida hacia ella. El uso de una técnica trans-dental para fotocurado puede ser una opción más en el tratamiento de operatoria dental con el material restaurador de resinas compuestas en cavidades clase I.

Al polimerizar a través de esmalte dentina se pudo realizar una disminución de stress, al reducirse el factor de contracción porque se realizó una colocación de pequeñas porciones menores a 2mm, ya que la contracción podría ser proporcional al volumen. Como lo menciona Braga y cols.<sup>19</sup>, en su estudio que la tensión de contracción y la microfiltración fueron mayores en las restauraciones de mayor diámetro y profundidad. Mientras que la microfiltración parecía estar relacionado con un volumen de restauraciones, pero no al factor de C.

Existen varios artículos que estudian y miden el nivel de microfiltración<sup>7,13,15,17,19,20,22</sup> todos basándose a un problema en específico,



no se encontró por el momento estudios en las cuales modifiquen la técnica de polimerización en diferentes zonas del órgano dentario y comprobar el grado de microfiltración.

En estudios posteriores Wedt y cols.<sup>15</sup> mencionan sobre la integridad de la interfase de la restauración de composite depende de varios factores, tres de los cuales son: contracción de la polimerización en el momento de curado, la absorción de agua que tiene lugar después de que el proceso de curado, y la diferencia entre los coeficientes de expansión térmica lineal del diente y el material de restauración. Nuestro estudio tuvo la intención de fundamentar la primer premisa, con la dirección de la contracción. Y reproducir las otras dos condiciones; la primera al estar los especímenes en agua a 37°C durante toda la prueba. Y la segunda al colocarlos al termociclado.

Respecto al ciclo térmico y el número de ciclos a los que fueron sometidos los especímenes en nuestro estudio y comparándolo con Braga y cols.<sup>19</sup>, en su artículo obtuvieron un nivel mínimo al medir microfiltración, a una profundidad de cavidad de 2mm. Concluyen que fue un resultado poco resaltado aunque si lo hubo; ya que no realizaron los ciclos térmicos (termociclado) y únicamente los especímenes fueron sumergidos en agua bidestilada y colocados en otra tinción. Podemos resaltar que realizar todo nuestro protocolo de pruebas obtuvimos una microfiltración la cual nos ayudará a medir, darle un valor y una consecuencia de lo que le ocurre al material restaurador en nuestro estudio en comparación con Braga y colaboradores.<sup>19</sup>

La técnica de fotopolimerización trans-dental no puede ser empleada en cavidades clase V o clase I si fuesen colocadas en zona de cíngulos (en dientes anteriores). Ya que el espesor del tejido dental no permitirá el paso de la luz con energía para fotopolimerizar la resina.



## 10. CONCLUSIÓN

Bajo la metodología en la que se llevó a cabo este estudio.

Con la técnica de fotocurado trans-dental, aplicada en molares clase I obturados con restauración de resina compuesta se obtuvieron los menores grados de microfiltración, en comparación con la técnica por oclusal de fotocurado.



## 11. FUENTES DE INFORMACIÓN.

1. Askeland D, Phulé P. Ciencia e ingeniería de los materiales dentales. 4 ed. USA: 2003
2. Barceló F, Palma J. Materiales Dentales. Conocimientos básicos aplicados. 3 ed. México: Trillas; 2004
3. Anusavice K, et. Al. Ciencia de los materiales dentales de Phillips. 10 ed. USA: McGraw- Hill; 1998
4. Cova J. Biomateriales dentales. 2 ed. Amolca; 2010
5. Campos Ibarra V, Acevedo Contreras A, Camacho Carranza R. Nanotecnología. Odontología Actual 2011; 8 (99): 48- 54
6. Gartner L, Hiatt J. Atlas de Histología. 2 ed. Pennsylvania: McGraw-Hill; 2002
7. Paulillo L, Goes M, Consani S. Base deflection and microleakage of composite restorations. American Journal of Dentistry, 7 (3) 153- 156, 1994.
8. Product award winners. The dental advisor. 2011; 1 (28): 3
9. Lanata E, Operatoria dental, estética y adhesión. Buenos Aires, Argentina: Grupo Guía; 2003
10. Guzmán H. Biomateriales odontológicos de uso clínico. 4 ed. Bogotá, Colombia; 2007
11. Ariawa H, Kanie T, Fujii K, et. al. Effect of inhomogeneity of light from light curing units on the surface hardness of composite resin. Dental materials Journal, 27 (1): 21-28, 2008.
12. [www.iztacala.unam.mx/~rrivas/NOTAS/.../genluz.html](http://www.iztacala.unam.mx/~rrivas/NOTAS/.../genluz.html)



13. Schmitt D, Lee J. Microleakage of adhesive resin systems in the primary and permanent dentitions. *Pediatric Dentistry*, 24 (6), 587- 592, 2002.
14. Roberson T. *Arte y ciencia de la odontología conservadora*. 5 ed. España: Elsevier; 2007
15. Wendt J, McInnes P, Dickinson G. The effect of thermocycling in microleakage analysis. *Dental Materials*, 8: 181- 184, 1992.
16. Norma ISO/TS 1140S: 2003 (E)
17. Giachetti L, Russo D, Bertini F. et. al. Effect of operator skill in relation to microleakage of total-etch and self-etch bonding systems. *Journal Dental Materials*, 35, 289- 293, 2007.
18. Latorre M, Alvarez C, Barceló F. Study of shrinkage- strain and contraction rates of commercial and experimental compomers. *Journal Dental Materials*, 22, 1063-1070, 2006.
19. Braga R, Boaro L, Kuroe T. et al. Influence of cavity dimensions and their derivatives (volume and “C” factor) on shrinkage stress development and microleakage of composite restorations. *Journal Dental Materials*, 22, 818- 823, 2006.
20. Fleming G, Khan S, Afzal O, et.al. Investigation of polymerization shrinkage strain, associated cuspal movement and microleakage of MOD cavities restored incrementally with resin- based composite using an LED light curing unit. *Journal of dentistry*, 35, 97- 103, 2007.
21. Burgess J, Walker R, Davidson J. Posterior resin-based composite: review of the literature. *Pediatric Dentistry*, 24 (5), 465- 477, 2002
22. Fleming G, Cara R, Palin W. et al. Cuspal movement and microleakage in premolar teeth restored with resin- based filling materials cured using a “soft- start” polymerization protocol. *Journal Dental Materials*, 23, 637- 643, 2007.





**Nunca consideres el estudio como una obligación, sino como una oportunidad para penetrar en el bello y maravilloso mundo del saber.**

**Albert Einstein.**